

PENGELOLAAN DATA SISTEM ALIRAN DRAINASE KOTA

Studi Kasus : Jakarta Selatan dan Jakarta Timur

Oleh :

R. Haryoto Indriatmoko, Heru Dwi Wahjono, Satmoko Yudho

Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi lingkungan, TIEML, BPPT

Abstract

Fast growing development at big cities such as Jakarta usually cause surface hydrology problems, which is indicated by many surface detention and local floods during rainy season. These problems were raised because of the increasing of runoff coefficient of sub catchment areas and limited capacity of existing drainages. Analysis have made on drainage capacity of sub catchment areas connected to peak flow cause by rain on certain recurrence period and result in data to evaluate drainage capacity to solve these water detention and local floods problems.

Katakunci : Genangan, Banjir, Drainase, DAS, Database.

1. PENDAHULUAN

DKI Jakarta sebagai Ibukota Republik Indonesia adalah merupakan pusat kegiatan pemerintahan, ekonomi, politik, perdagangan dan lain-lain. Kedudukannya yang strategis sebagai pusat tersebut menuntut adanya perhatian khusus, yang salah satunya adalah penanganan penataan teknis sistem aliran bangunan drainase kota. Ini menjadi salah satu hal penting yang harus diperhatikan, karena jika sistem aliran tersebut tidak direncanakan dengan baik, maka dapat menimbulkan bencana banjir.

Faktor lain yang perlu diperhatikan dalam kaitannya dengan Jakarta sebagai Ibukota negara adalah peningkatan jumlah penduduk yang sangat pesat dalam waktu yang relatif singkat. Peningkatan jumlah penduduk akan memerlukan pelayanan berbagai sarana dan prasarana seperti perumahan, transportasi dan saluran. Akibat dari kebutuhan berbagai sarana dan prasarana akan menyebabkan perubahan penggunaan lahan.

Perubahan penggunaan lahan akan mempengaruhi perubahan sistem aliran yang berhubungan dengan sistem drainase kota. Sebagai akibat dari perubahan sistem aliran tersebut maka kapasitas saluran akan berubah, aliran disebelah hilir tidak lancar, arah aliran mengalami pembelokan yang tajam sehingga akan menyebabkan terjadinya berbagai genangan air dan banjir.

Untuk mengurangi dampak negatif tersebut, perlu dilakukan perencanaan di bidang pengelolaan drainase menggunakan komputerisasi dan sistem informasi geografis. Keluaran dari sistem tersebut diharapkan dapat menjadi panduan perencanaan sarana prasarana

lainya dalam pembangunan Kota Jakarta. Studi kasus kegiatan diprioritaskan di wilayah Jakarta Selatan dan Jakarta Timur yang meliputi lima wilayah kecamatan, yaitu Jagakarsa, Pancoran, Pasar Minggu, Pasar Rebo dan Kramat Jati.

2. TUJUAN

Tujuan kegiatan ini adalah melakukan identifikasi permasalahan drainase di setiap wilayah yang akan menjadi sasaran perencanaan pembangunan, menyusun perencanaan sistem drainase kota Jakarta berdasarkan permasalahan di wilayah yang dapat dijadikan sebagai panduan perencanaan.

Sasaran yang akan dicapai adalah mendapatkan perencanaan drainase kota secara terpadu sehingga menjadi pedoman untuk menyelesaikan permasalahan genangan di DKI Jakarta. Selain itu agar perencanaan drainase kota dapat menjadi pedoman untuk menyelesaikan permasalahan di kawasan dengan sistem aliran terpadu.

3. METODOLOGI

Kegiatan pengelolaan data ini dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu : tahapan perencanaan, tahapan pengambilan data, dan tahapan analisa data.

3.1 Tahapan Perencanaan

Pada tahapan ini akan direncanakan pengelolaan data operasional sistem aliran bangunan drainase kota untuk wilayah Kodya Jakarta Selatan dan Jakarta Timur. Untuk wilayah Jakarta Selatan akan diambil wilayah

yang berdekatan dengan Kali Ciliwung, yaitu terdiri dari tiga kecamatan : Jagakarsa, Pancoran, dan Pasar Minggu. Sedangkan untuk wilayah Jakarta Timur akan diambil dua kecamatan, yaitu Pasar Rebo dan Kramat Jati.

3.2 Tahapan Pengambilan Data

Pengambilan data dan observasi lapangan dilakukan dalam dua tahapan yaitu : Observasi Pendahuluan dan Survei Lapangan Detail. Observasi pendahuluan dilakukan untuk pengenalan awal terhadap lokasi penelitian, antara lain lokasi genangan, kondisi topografi, arah aliran, pengamatan sistem saluran, kapasitas saluran, dan penggunaan lahan. Hasil survei lapangan yang diperoleh akan digunakan sebagai acuan dalam Survei Lapangan Detail.

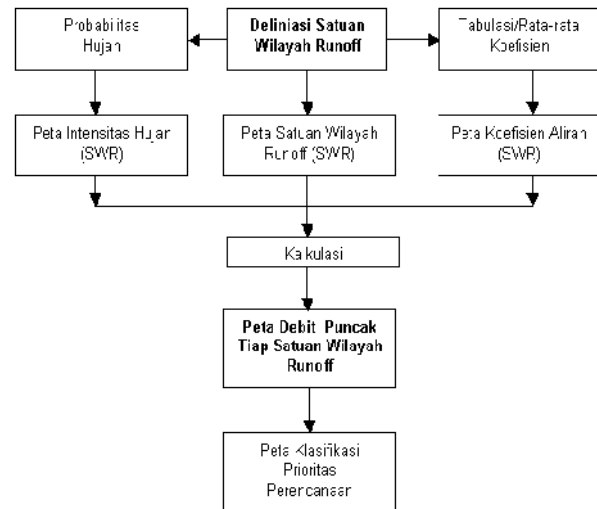
Perencanaan pengambilan sampel dimulai dengan melakukan koordinasi dengan para peneliti lapangan, tentang waktu, teknik pengambilan sampel, jumlah tenaga yang diperlukan dan alat yang dipakainya. Untuk keperluan pengambilan sampel, para peneliti lapangan dilengkapi dengan kuesioner.

3.3 Tahapan Analisa Data

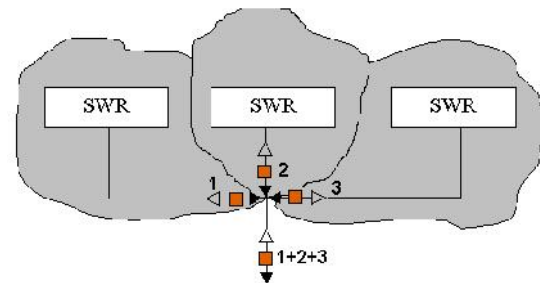
Analisa data dilakukan terhadap data yang sudah diperoleh baik dari hasil survei atau dari literatur yang dimasukkan ke dalam model database yang sudah dipersiapkan. Inti kegiatan dari tahap ini adalah menganalisa kapasitas saluran dari hasil survei dengan perhitungan secara hidrologi yang dalam hal ini mengukur besarnya debit puncak yang mengalir melalui saluran tersebut.

Selain itu akan dilakukan juga proses digitasi peta dasar dengan menggunakan software Arch-Info. Sistem saluran, saluran penghubung (PHB), kali, arah aliran, peta penggunaan lahan, daerah genangan dan deliniasi daerah pengaliran sungai (DPS) di daerah survei diplot kedalam peta dasar.

Proses perhitungan debit puncak dari wilayah genangan dapat dilihat pada Gambar 1. Sedangkan representasi daerah genangan sebagai suatu satuan wilayah runoff (SWR) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1 : Diagram Alir Pembuatan GIS Klasifikasi Prioritas.



Gambar 2 : Contoh Peta Daerah Genangan Satuan Wilayah Runoff.

Keterangan :

SWR Satuan Wilayah Runoff (Bisa berupa daerah genangan dengan batas batas pemisah topografi).

△ Icon yang menunjukkan besarnya debit puncak dengan periode ulang 2th, 5th dan 10th nomor 1, 2 dan 3 atau penjumlahan 1+2+3.

■ Icon yang menunjukkan besarnya kapasitas saluran nomor 1, 2 dan 3 atau penjumlahan 1+2+3.

→ Menunjukkan arah aliran suatu saluran drainase.

4. PELAKSANAAN KEGIATAN

Pelaksanaan kegiatan pengelolaan data dilakukan terhadap hasil survei yang telah dimasukkan ke dalam database. Dari data-data genangan yang telah dimasukkan ke dalam database tersebut dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) Deliniasi DPS dari wilayah genangan untuk menghitung luas DPS dengan batas-batas topografi, termasuk di dalamnya arah aliran, melalui peta digitasi.
 - 2) Menentukan jenis penggunaan lahan setiap satuan wilayah runoff, termasuk di dalamnya mengukur luas setiap penggunaan lahan (misal luas bangunan, luas taman, lahan parkir)
 - 3) Analisa koefisien aliran setiap satuan wilayah runoff yang didasarkan atas jenis penggunaan lahan.
 - 4) Analisa intensitas hujan dengan periode ulang 2th, 5 th, 10 th, 25 th di lokasi penelitian dengan mengkombinasikan data sekunder.
 - 5) Memetakan koefisien runoff tiap satuan wilayah runoff.
 - 6) Memetakan intensitas hujan.
 - 7) Analisa kontribusi debit puncak untuk setiap satuan wilayah runoff.
 - 8) Memetakan debit puncak setiap satuan wilayah runoff.
 - 9) Memetakan skala prioritas penanganan genangan.
 - 10) Analisa tabulasi hasil perhitungan debit puncak dan kapasitas drainase.
- Peralatan penunjang kegiatan di atas terdiri dari perangkat keras, yaitu peralatan survai meteran, slang plastik untuk mengukur kemiringan, alat tulus, meja digitasi, meja gambar, komputer dan printer. Sedangkan perangkat lunaknya adalah software GIS Arc-Info, ILWIS, Map-Info, serta Microsoft Access sebagai tools pembuatan database.

4.1 Formula Yang digunakan dan Teknis Analisis

Perhitungan-perhitungan yang diperlukan dalam pelaksanaan analisa data adalah menggunakan rumus-rumus berikut :

- Analisa Kapasitas Sungai :

$$Q = (1/n) A.R^{2/3} S^{1/2}$$

Keterangan:

Q = Debit Aliran (m³/detik)

n = Koefisien manning

A = Luas Penampang Saluran (m²)

R = Panjang Parimeter Basah (m)

S = Slope

- Analisa Debit Puncak :

$$Q_y = 0.278. C_y I_{tc,y}.A$$

Keterangan:

Q_y = Debit Puncak ada Periode Ulang tertentu (m³/dt)

C_y = Koefisien runoff Periode Ulang tertentu

I_{tc,y} = Rata-rata intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas DPS (Km²)

Untuk menghitung koefisien aliran faktor yang menjadi pertimbangan adalah Intensitas Hujan, Relief / Slope, Storage, Karakteristik atau Tutupan Lahan. Faktor utama yang mempengaruhi besar kecilnya koefisien aliran ialah karakteristik tutupan lahan dan intensitas hujan yaitu dengan nilai tertimbang sebesar 45 % dan 35 %. Untuk perkiraan hitungan koefisien runoff (C) dapat dilihat pada Tabel 1.

Analisis yang dipakai memadukan kombinasi kapasitas dan arus. Maksudnya analisa terhadap kapasitas saluran dan prediksi terhadap debit puncak, jika debit puncak melebihi kapasitas saluran maka air akan melimpah keluar saluran.

4.2 Batas Administrasi DKI Jakarta

Jakarta mempunyai luas area kurang lebih 66.164,15 Ha, dengan batas-batas administrasi sebelah timur Kabupaten Bekasi, sebelah barat Propinsi Banten, sebelah selatan Depok dan sebelah utara laut Jawa. Wilayah ini dibagi ke dalam 5 Kotamadya, yaitu Jakarta Pusat (8 Kec, 44 Kel), Jakarta Utara (7 Kec, 35 Kel), Jakarta Barat (8 Kec, 56 Kel), Jakarta Selatan (10 Kec, 65 Kel) dan Jakarta Timur (10 Kec, 65 Kel). Kelima wilayah ini memiliki total terdiri dari 43 Kecamatan dan 265 Kelurahan.

4.3 Penduduk DKI Jakarta

Kota Jakarta sudah mengalami peningkatan jumlah penduduk yang cepat dalam tahun-tahun terakhir ini. Menurut sensus penduduk nasional penduduk kota Jakarta sudah meningkat dari 4.6 juta jiwa pada tahun 1971 menjadi 6.5 juta jiwa pada tahun 1980, dan 8.0 juta jiwa pada tahun 1985 menjadi 8.338.560 juta jiwa pada tahun 2000. Rata-rata kecepatan pertumbuhan pertahunnya adalah 4.05 %. Kepadatan penduduk rata-rata di Jakarta pada tahun 2000 adalah 126 orang/ha. Kepadatan penduduk berdasarkan kelima wilayah dapat dilihat pada Tabel 2. Wilayah Jakarta Pusat merupakan wilayah yang paling padat, disusul wilayah Jakarta Barat, Jakarta Timur, Jakarta Selatan dan Jakarta Utara

Tabel 1 : Perkiraan Hitungan Koefisien Runoff (C) Metode Bride Branch
(Untuk Periode Ulang 50 Tahun Dan Luas Dps < 50 Km²)

Intensitas Hujan	(35) 100 mm/h	(30) 75-100 mm/h	(25) 50-75 mm/h	(15) 25-50 mm/h	(10) 12-25 mm/h	(5) 12 mm/h	(0) < 12 mm/h
Relief/Slope	(10) Very steep rugged country with average slope > 15 %	(5) Steep Country slope 8-15%	(5) Hilly, with average slope of 4-8%	(0) Rolling, with slope 1.5-4%	(0) Flat with slopes of 0-1.5%		
Storage	(10) Negligible, few surface depressions, water- course, steep with thin film of overland flow	(10) Well defined system of small watercourses	(5) Considerable surface depressions, overland flow is significant some farm ponds, swamps and contour banks	(0) Poorly defined and meandering stream, large surface storage. Soil conservation plan on 90 % of catchment			
Ground characteristics and Cover	(45) Rocky, Clayey or non absorbent soil with scanty herbage	(40) Open forest or grassed land, cereal crops	(35) Average grassed timbered land of medium soil texture	(30) Heavily timbered country, closely cultivated land and garden	(10) Sand or well aggregated soil		

4.3 Penduduk DKI Jakarta

Kota Jakarta sudah mengalami peningkatan jumlah penduduk yang cepat dalam tahun-tahun terakhir ini. Menurut sensus penduduk nasional penduduk kota Jakarta sudah meningkat dari 4.6 juta jiwa pada tahun 1971 menjadi 6.5 juta jiwa pada tahun 1980, dan 8.0 juta jiwa pada tahun 1985 menjadi 8.338.560 juta jiwa pada tahun 2000. Rata-rata kecepatan pertumbuhan pertahunnya adalah 4.05 %. Kepadatan penduduk rata-rata di Jakarta pada tahun 2000 adalah 126 orang/ha. Kepadatan penduduk berdasarkan kelima wilayah dapat dilihat pada Tabel 2. Wilayah Jakarta Pusat merupakan wilayah yang paling padat, disusul wilayah Jakarta Barat, Jakarta Timur, Jakarta Selatan dan Jakarta Utara.

Tabel 2 : Jumlah dan Kepadatan Penduduk di Wilayah DKI Jakarta

Wilayah	Jumlah Penduduk	Kepadatan Orang/ha
Utara	1.435.207	93
Pusat	871.215	182
Barat	1.900.494	151
Timur	2.347.754	125
Selatan	1.783.890	123

4.4 Penggunaan Lahan di DKI

Klasifikasi penggunaan lahan di DKI dikelompokkan menjadi lima macam yaitu : Penggunaan Lahan Pemukiman, Industri, Perkantoran dan Pergudangan, Pertamanan, dan lain-lain. Prosentase jumlah penggunaan lahan tertinggi ialah untuk pemukiman yang mencapai

angka 62,5%, sedangkan untuk keperluan lainnya adalah sebesar 25,3 %. Perbandingan penggunaan lahan pada tahun 1999 dan 2000 dapat dilihat pada Tabel 3. Penggunaan lahan khusus di wilayah Jakarta Selatan dan wilayah Jakarta Timur untuk masing-masing kecamatan dapat dilihat pada Tabel 4

4.5 Geologi dan Topografi

Geologi permukaan daerah Jakarta dan sekitarnya dibagi menjadi 6 sistem yaitu: (1). Formasi Jatiluhur (Miosen), (2). Formasi Bojongmanik (Miosen), (3). Formasi Genteng (Pliosen), (4). Formasi Vulkanik Tua (Pleistosen), (5). Formasi Vulkanik Muda (pleistosen), dan (6). Sedimen Aluvial. Geologi permukaan untuk Jakarta pada umumnya merupakan sedimen aluvial dengan lensa-lensa lapisan impermeabel Jakarta merupakan daerah dengan topografi yang relatif datar dengan banyak sistem sungai yang ada di dalamnya. Kondisinya yang relatif datar ini menyebabkan aliran yang tidak terlalu deras jika dibandingkan dengan daerah dengan topografi yang relatif miring. Keadaan semacam ini tentu saja akan membuat aliran tidak lancar dan dapat menyebabkan terjadinya genangan di beberapa tempat.

4.6 Curah Hujan di DKI Jakarta

Terdapat 43 stasiun hujan di daerah Jakarta dan sekitarnya, enam diantaranya merupakan stasiun otomatis, yaitu Tanjung Priok, Jakarta-BMG, Kemayoran, Tangerang Geofisika, Pondok Betung dan Halim Perdana Kusuma. Stasiun hujan yang bersifat otomatis sangat diperlukan dalam analisa curah hujan sebab data yang dicatat pada stasiun hujan ini tercatat dari

menit ke menit, sehingga pola curah hujan dalam satu periode hujan akan dapat tercatat secara detail. Hal penting lain yang mesti dianalisa adalah besarnya intensitas hujan. Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan oleh JICA (1973) maka telah diperoleh kurva hubungan

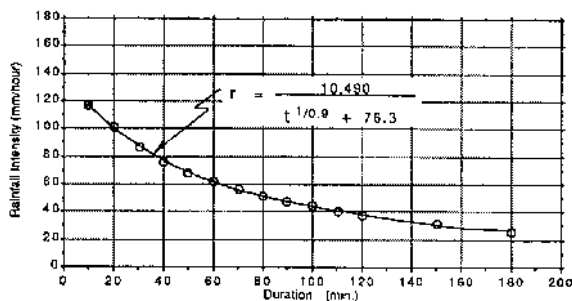
antara intensitas hujan dengan durasinya. Hubungan antara intensitas hujan dengan durasinya dapat dilihat pada kurva dalam gambar berikut ini.

Tabel 3 : Perbandingan Perubahan Penggunaan Lahan di DKI Jakarta

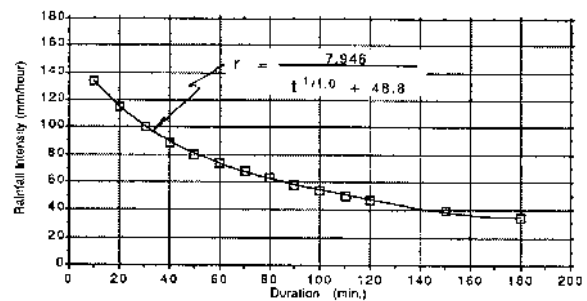
Klasifikasi Penggunaan Lahan	Tahun 1999		Tahun 2000	
	Luas (ha)	Rasio (%)	Luas (ha)	Rasio (%)
Pemukiman	43.230,00	0,653	41.331,32	0,625
Industri	3.970,00	0,060	4.988,53	0,075
Perkantoran & Pergudangan	6.955,00	0,105	6.812,75	0,103
Taman	1.328,00	0,020	1.314,23	0,020

Tabel 4 : Perkiraan Penggunaan Lahan di Wilayah Jakarta Selatan dan Jakarta Timur Pada 5 Kecamatan Lokasi Survai

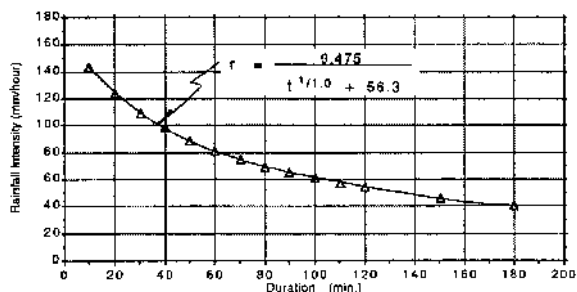
Penggunaan Lahan	Luas Penggunaan Lahan (Ha)				
	Jakarta Selatan (*)			Jakarta Timur (*)	
	Jagakarsa (2.500,78)	Pancoran (852,79)	Pasar Minggu (2.071,62)	Pasar Rebo (1.294)	Kramat Jati (1.334)
Pemukiman	1.634,25	557,29	1.353,79	845,62	871,76
Industri	150,03	51,18	124,80	77,66	80,06
Perkantoran & Pergudangan	262,92	89,66	217,80	136,05	140,25
Taman	50,20	17,12	41,59	25,98	26,78
Lainnya	403,33	137,54	334,11	208,70	215,15



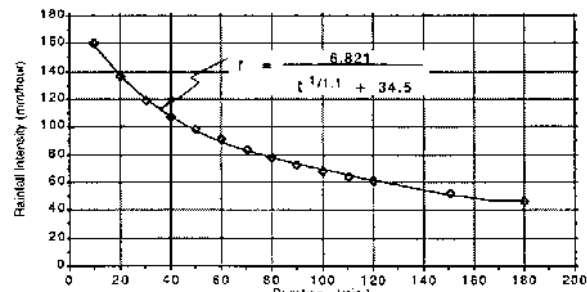
Gambar 3 : Perbandingan Intensitas Hujan dan Durasinya untuk Periode ulang 2 Tahun.



Gambar 4 : Perbandingan Intensitas Hujan dan Durasinya untuk Periode ulang 5 Tahun.



Gambar 5 : Perbandingan Intensitas Hujan dan Durasinya untuk Periode ulang 10 Tahun.



Gambar 6 : Perbandingan Intensitas Hujan dan Durasinya untuk Periode ulang 25 Tahun.

Tabel 5 : Kurva Intensitas Hujan Dengan Durasinya (Satuan: mm/jam) .

Durasi (Menit)	Periode Ulang			
	2 th	5 th	10 th	25 th
0	0	0	0	0
10	117	134	144	160
20	101	115	124	137
30	87	100	109	119
40	76	89	98	107
50	68	80	89	98
60	62	74	81	91
70	56	68	75	84
80	51	63	69	78
90	47	58	65	73
100	44	54	61	68
110	40	50	57	64
120	37	47	54	61
150	31	39	46	52
180	26	34	40	46

Gambar 3~6 dan tabel 5 di atas selanjutnya dapat digunakan untuk analisa runoff suatu DPS dari jam ke jam. Data tersebut sangat sesuai jika dikombinasikan dengan hidrograf satuan. Bila tabel 6 tersebut digunakan, maka terlebih dahulu setiap sub DPS harus sudah memiliki hidrograf satuan. Debit puncak akan tercapai jika lamanya hujan sama dengan waktu konsentrasi (T_c).

Dalam kaitannya dengan genangan yang ada di Lokasi kegiatan (Jakarta Selatan dan Jakarta Timur sesungguhnya data pada Tabel 5 di atas dapat digunakan, hal ini dimungkinkan karena adanya beberapa sub DPS daerah genangan sangat kecil. Akan tetapi jika sub DPS di daerah genangan dianggap cukup luas maka untuk menghitung debit puncak, data intensitas hujan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 6. Data intensitas tersebut merupakan hasil analisa dari hujan harian maksimum tahunan dalam 24 jam.

Tabel 6 : Hasil Analisa Frekuensi Rata-Rata Hujan Harian Dalam DPS (Satuan : mm/jam).

Periode	Metode Perhitungan				Rata-rata
	Ulang	Iwai	Hazen	Peason	Gumbel
2 th	60,2	55,5	56,7	59,9	58,075
5 th	81,6	78,4	77,1	84,7	80,45
10 th	97,8	97,1	93,8	101	97,425
20 th	114,7	117,8	112,4	116,7	115,4
50 th	138,6	149,1	140,6	137,1	141,35

4.7 Kondisi Hidrologi

Dari gambaran umum mengenai sistem sungai yang ada di Jakarta nampak bahwa kedudukan Jakarta dalam suatu sistem Daerah Pengaliran Sungai berada pada bagian hilir dari 8 buah Daerah Pengaliran Sungai (DPS). Kedelapan DPS tersebut adalah : DPS Angke, DPS Pesanggrahan dan Grogol, DPS Krukut, DPS Ciliwung, DPS Cipinang, DPS Sunter, DPS Buaran & Jati Kramat, dan DPS Cakung.

Sedangkan sub basin yang ada di dalam wilayah Jakarta terdiri dari 27 sub DPS, yaitu : Sub DPS Angke, Sub DPS Pesanggrahan, Sub DPS Sekretaris, Sub DPS Krukut, Sub DPS Cideng, Sub DPS Kali Bata, Sub DPS Ciliwung, Sub DPS Anak Ciliwung, Sub DPS Ciliwung Sahari, Sub DPS Sentiong, Sub DPS Cipinang, Sub DPS Sunter, Sub DPS Buaran, Sub DPS Cakung (1), Sub DPS Cakung (2), Sub DPS Malang, Sub DPS Kali Baru Barat, Sub DPS Mookervart, Sub DPS Maja, Sub DPS Camal, DPS Angke Jelambar, Sub DPS Pakin, DPS Duri, Sub DPS Belencong, Sub DPS Lagoa, Sub DPS Lagoa Buntu, Sub DPS Area Drainase Pantai.

Wilayah kajian dalam kegiatan ini merupakan wilayah genangan jika terjadi hujan dan wilayah tersebut berada di dalam Daerah Pengaliran Sungai Ciliwung. Subsistem sungai di daerah ini terdiri dari 3 jenis sub sistem mikro yaitu: Saluran, Penghubung (PHB) , dan Kali. Lokasi terjadi-nya genangan menurut hasil pengamatan pada umumnya merupakan daerah rendah dengan aliran yang kurang lancar dan sering diakibatkan oleh adanya penyempitan.

5. HASIL DAN ANALISIS KEGIATAN

5.1 Survei Lapangan

Kegiatan utama yang telah dilakukan adalah survei lapangan yang mencakup di 30 Kelurahan yang berada di 2 Kecamatan (Pasar Rebo dan Kramat Jati) di wilayah Jakarta Timur dan di 3 Kecamatan di wilayah Jakarta Selatan yaitu Kec. Pancoran, Kec. Pasar Minggu dan Kec. Jaga Karsa (Lihat Tabel 8 dan Gambar 7). Survei dilaksanakan oleh pegawai BPPT dan Dinas PU DKI Jakarta. Survei lapangan tersebut diarahkan pada daerah-daerah disekitar Sungai Ciliwung, dengan alasan bahwa *pertama*, Konsentrasi banjir utamanya di sekitar sungai tersebut, *kedua*, daerah tersebut umumnya merupakan lingkungan padat penduduk, dan *ketiga*, gangguan terhadap normalisasi saluran banyak terjadi di daerah ini.

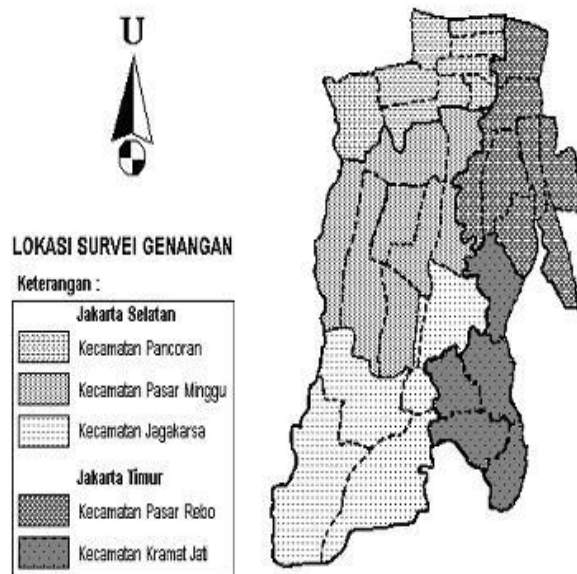
Tabel 7 : Luas DPS Dari DPS Dan Sub DPS Di Jakarta.

NO	NAMA SUNGAI	LUAS DPS (Ha)		
		TOTAL	Dalam DKI	Luar DKI
1	Angke	28.540	4.140	24.400
	1-1. Angke	26.900	2.500	24.400
	1-2. Kreo	790	790	-
	1-3 Daan Mogot	850	850	-
2	Pesanggrahan dan Grogol	15.970	6.330	9.640
	2-1. Pesanggrahan	2.210	2.210	-
	2-2. Grogol	13.760	4.120	9.640
3	Sekretaris	1.240	1.240	-
4	Krukut	10.530	7.330	3.200
	4-1. Krukut	7.420	4.220	3.200
	4-2. Mampang	3.110	3.110	-
5	Cideng	1.810	1.810	-
6	K. Bata	820	820	-
7	Ciliwung	31.850	3.610	28.240
8	Anak Ciliwung	560	560	-
9	Ciliwung Sahari	110	110	-
10	Sentiong	3.250	3.250	-
11	Cipinang	6.540	3.480	3.060
12	Sunter	11.330	8.490	2.840
13	Buaran	4.340	1.500	2.840
	13-1. Buaran	1.130	1.130	-
	13-2. Jati Kramat	3.210	370	2.840
14	Cakung (1)	5.600	1.600	4.000
15	Cakung (2)	3.040	3.040	-
16	Malang	1.440	1.440	-
17	Kali Baru Barat/Ps. Minggu	240	240	-
18	Mookervart	1.200	1.200	-
19	Maja	1.200	1.200	-
20	Camal	1.360	1.360	-
21	Angke Jelambar	1.500	1.500	-
22	Pakin	520	520	-
23	Duri	270	270	-
24	Belencong	4.330	4.330	-
25	Lagoa	710	710	-
26	Lagoa Buntu	480	480	-
27	Daerah Drainase Teluk	4.589	4.589	-
Total		143.369	65.149	78.220

Tabel 8 : Lokasi Survei Lapangan Sistem Aliran Saluran Drainase di 30 Kelurahan.

Wilayah	Kecamatan	Kelurahan
Jakarta Timur	Pasar Rebo	Pekayon Gedong Cijantung Baru Kalisari
	Kramat Jati	Kramat Jati Batu Ampar Balekambang Kp. Tengah Dukuh Cawang Cililitan

Jakarta Selatan	Pancoran	Kalibata Rawajati Durentiga Cikoko Pengadegan
	Pasar Minggu	Pejaten Barat Pejaten Timur Kebagusan Pasar Minggu Jatipadang Ragunan Cilandak Timur
	Jagakarsa	Ciganjur Cipedak Jagakarsa Lenteng Agung Srengseng Sawah Tanjung Barat



Gambar 7: Lokasi Survei Lapangan di Jakarta Selatan dan Jakarta Timur.

Survei lapangan ini bertujuan untuk melakukan identifikasi permasalahan drainase yang mengakibatkan genangan banjir di tiap kecamatan di Jakarta Selatan dan Jakarta Timur. Selain itu juga melakukan kajian lapangan mulai dari saluran mikro, sub makro kemudian memetakannya pada peta dasar komputer. Dalam survei ini dilakukan pencatatan setiap genangan yang terjadi di setiap kelurahan kemudian memetakannya lokasi tersebut pada peta. Pemetaan lokasi genangan digunakan program *ArcInfo* dan *MapInfo*. Analisis numerik hasil survei ini menggunakan bantuan program statistik *SPPS*. Hasil sementara menjelaskan bahwa jumlah genangan di 30 kelurahan seluruhnya tercatat sebanyak 165 titik genangan seperti terlihat pada Tabel 9.

Tabel 9 : Penyebaran Genangan di Setiap Kelurahan. Sumber : Hasil Analisis.

Wilayah	Jumlah Genangan	%
Kec. Pasar Rebo		
Kel. Pekayon	1	
Kel. Gedong	3	
Kel. Cijantung	3	
Kel. Baru	2	
Kel. Kalisari	2	
Jumlah	11	6.67
Kec. Kramat Jati		
Kel. Kramat Jati	4	
Kel. Batu Ampar	9	
Kel. Balekambang	6	
Kel. Dukuh	14	

Kel. Cawang	3	
Kel. Cililitan	5	
Jumlah	41	24.85
Kec. Pancoran		
Kel. Kalibata	26	
Kel. Rawajati	7	
Kel. Durentiga	17	
Kel. Cikoko	3	
Kel. Pengadegan	11	
Kel. Pancoran	15	
Jumlah	79	47.88
Kec. Pasar Minggu		
Kel. Pejaten Barat	2	
Kel. Pejaten Timur	2	
Kel. Kebagusan	2	
Kel. Pasar Minggu	2	
Kel. Jatipadang	5	
Kel. Ragunan	1	
Kel. Cilandak Timur	2	
Jumlah	16	9.70
Kec. Jagakarsa		
Kel. Ciganjur	1	
Kel. Cipadak	3	
Kel. Jagakarsa	6	
Kel. Lenteng Agung	3	
Kel. Srengseng Sawah	3	
Kel. Tanjung Barat	2	
Jumlah	18	10.90
Total	165	100.0

Dari Tabel tersebut terlihat bahwa Kecamatan Pancoran, Jakarta Selatan merupakan daerah yang memiliki genangan paling banyak (47,88%), diikuti oleh Kecamatan Kramat Jati (24,85%) dan Kecamatan Jagakarsa (10,90%). Hasil analisis menyatakan penyebab genangan di Kec. Pancoran secara prioritas karena penyempitan aliran, pemblokkan tajam, pendangkalan, aliran tidak lancar dan dataran rendah. Tabel 10 memperlihatkan tinggi genangan paling banyak adalah 0,40 meter (21,2%). Genangan yang tertinggi adalah 3,00 meter (0,6%).

Tabel 10 : Tinggi Genangan tertinggi di setiap Lokasi Genangan. Sumber : Hasil Analisis.

Tinggi Genangan (m)	Jumlah	(%)
0,20	5	3,0
0,30	25	15,2
0,35	4	2,4
0,40	35	21,2
0,50	10	6,1
0,55	1	0,6

0,60	23	13,9
0,65	1	0,6
0,70	2	1,2
0,80	7	4,2
1,00	9	5,5
1,50	3	1,8
2,00	3	1,8
3,00	1	0,6
Total	129	78,2

Tabel 11 : Luas Genangan tertinggi di setiap Lokasi Genangan. *Sumber : Hasil Analisis*

Luas Banjir (m ²)	Jumlah	(%)
200,00	1	,6
300,00	1	,6
600,00	2	1,2
700,00	1	,6
1.000,00	7	4,2
2.000,00	1	,6
2.500,00	4	2,4
4.000,00	2	1,2
5.000,00	3	1,8
6.000,00	9	5,5
7.500,00	3	1,8

10.000,00	4	2,4
15.000,00	3	1,8
20.000,00	24	14,5
25.000,00	25	15,2
30.000,00	1	,6
35.000,00	17	10,3
50.000,00	1	,6
Total	109	66,1

Dalam Tabel 11 memperlihatkan luas genangan rata-rata yang paling banyak adalah 25.000 m² (15,2%) dan genangan terluas adalah 50.000 m² (0,6%). Gambar 2 pada lampiran memperlihatkan peta genangan di Kec. Pancoran, Kec. Pasar Minggu dan Kec. Jagakarsa. Sedangkan Gambar 3 menampilkan sebuah genangan di Kelurahan Rawajati, Kec. Pancoran. Dari hasil survei ini akan dijelaskan faktor penyebab genangan di setiap kelurahan. Sebelumnya surveiyor diberikan pilihan secara prioritas 9 jawaban tertutup (Lihat Keterangan Tabel 12).

Tabel tersebut memperlihatkan bahwa faktor penyebab genangan pada prioritas pertama adalah penyempitan saluran atau kali (32,7%). Prioritas kedua penyebab paling banyak adalah faktor pembelokan tajam aliran (29,1%) hal inipun banyak terjadi karena faktor manusianya bukan alam dan prioritas ketiga adalah faktor pendangkalan saluran/kali (33,3%).

Tabel 12 : Jawaban Prioritas Penyebab Genangan.

PRIORITAS	HASIL KUESIONER		PENYEBAB GENANGAN									
	ISI	KOSONG	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Max
Pertama	136	29	15	23	54	7	14	2	14	0	5	3
Kedua	127	38	1	10	28	48	19	13	7	1	0	4
Ketiga	110	55	0	11	4	17	55	11	10	1	1	5
Keempat	84	81	5	3	1	9	15	41	9	1	0	6
Kelima	70	95	2	4	2	2	4	15	38	2	0	7
Keenam	19	146	0	1	0	0	1	4	9	4	0	7
Ketujuh	7	158	3	0	0	0	0	1	3	0	0	1
Kedelapan	2	163	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1

Keterangan Penyebab Genangan :

(1)Banjir Alam/kiriman; (2) Permukaan meluap; (3) Penyempitan; (4)Pembelokkan tajam aliran; (5) Pendangkalan, (6) Aliran kurang lancar; (7) Dataran rendah; (8) Longsor; (9) Lainnya.

Akibat utama terjadinya penyempitan saluran/kali adalah akibat banyaknya tanah urugan yang dibuang ke dalam badan saluran/kali, dan banyak rumah penduduk yang dibangun di atas saluran/kali. Apabila dikaitkan dengan setiap kecamatan, maka penyebab genangan terbanyak di Kec. Pasar Rebo adalah daya tampung saluran tidak muat sehingga permukaan air meluap, di Kec. Kramat Jati penyebab utama adalah banjir kiriman, di Kec. Pancoran adalah banyaknya pedangkalan saluran, dan di Kec. Pasar Minggu penyebab terbanyak adalah penyempitan saluran, serta terakhir di Kec. Jagakarsa disebabkan oleh banyaknya saluran menjadi dangkal.

Dalam survei ini juga dilakukan pencatatan kondisi lokasi di sekitar genangan untuk mengetahui gambaran secara jelas kondisi topografi atau faktor-faktor lain penyebab terjadinya genangan. Sebagian besar menjelaskan bahwa kondisi disekitar genangan adalah merupakan dataran rendah atau cekungan (*come*) (55,15%), kemudian 15% menyatakan bahwa kondisi aliran air lancar dan cukup lancar. Kondisi saluran/kali yang menyempit (12,12%), dinding kali yang belum teknis (11,52%) dan banyaknya tikungan pada saluran/kali (7,88%).

Tabel 13 : Catatan Kondisi Sekitar Genangan.

Keterangan	Jml	(%)
1. Daerah Dataran Rendah (COM)	91	55,15
2. Kondisi Aliran Lancar/cukup lancar	25	15,15
3. Penyempitan Kali	20	12,12
4. Dinding Kali Belum Teknis	19	11,52
5. Banyak Tikungan	13	7,88
6. Saluran Mengecil/ Aliran Kurang Lancar	13	7,88
7. Air Melimpas ke Jalan	10	6,06
8. Daerah Padat/ Tidak teratur	8	4,85
9. Ada Crossing (PAM, Telkom)	5	3,03
10. Saluran tertutup rumah	5	3,03
11. Saluran Trace tidak Teratur	5	3,03
12. Sampah (TPS) menutup Saluran	3	1,82
13. Jembatan Rendah	2	1,21
14. Penuh Lumpur /Pedangkalan	2	1,21
15. Deuker Rendah	2	1,21
16. Saluran PHB lebih rendah dari jalan.	2	1,21
17. Koker Kecil	1	0,61

Dalam survei di setiap lokasi genangan ditanyakan usulan pekerjaan yang harus dilakukan untuk menangani masalah genangan tersebut. Usulan-usulan yang perlu dilaksanakan dalam menangani genangan diantaranya (diurutkan menurut prioritas usulan) adalah perlunya pengurusan saluran drainase secara rutin, kemudian penurapan dinding kali/saluran, normalisasi dinding saluran/PHB, perlu pelebaran dimensi saluran dan perbaikan sistem serta lainnya. Usulan-usulan ini merupakan hasil pengamatan langsung di setiap lokasi genangan. Diharapkan usulan ini menjadi dasar perencanaan pembangunan sarana drainase di setiap wilayah DKI Jakarta.

5.2 Perancangan Basis Data

Berikut ini adalah Basis data yang dikembangkan untuk pengolahan data terdiri dari 7 tabel. Tabel-tabel ini merupakan hasil analisa terhadap entiti-entiti yang diperlukan untuk pengelolaan data operasional drainase kota. Ketujuh tabel tersebut adalah Tabel Kotamadya, Tabel Kecamatan, Tabel Kelurahan, Tabel Bahan, Tabel Penyebab Genangan, Tabel Jenis Bangunan Air, dan Tabel Genangan.

Pemasukan data genangan dibagi ke dalam 5 tahapan, yaitu : pengisian informasi wilayah genangan, pengisian informasi model bangunan air, pengisian informasi penyebab genangan, pengisian informasi usulan perbaikan, dan perhitungan debit puncak.

Informasi wilayah genangan terdiri dari data informasi : Nama kotamadya, Nama kecamatan, Nama kelurahan, Kode genangan, Luas kecamatan, Luas kelurahan, Tinggi genangan, Luas genangan. Alamat lokasi genangan, dan Catatan kondisi lingkungan di sekitar lokasi genangan. Informasi model bangunan air terdiri dari data informasi sebagai berikut :

- ☐ Model bangunan
- ☐ Lebar atas penampang bangunan
- ☐ Lebar bawah penampang bangunan
- ☐ Kedalaman penampang bangunan
- ☐ Luas penampang bangunan
- ☐ Slope bangunan (default:0,00015)
- ☐ Jenis bangunan, salah satu dari : Beton, Batu kali, Alami, Beton dan batu kali, Beton dan alami, Batu kali dan alami, Beton, batu kali dan alami, Koefisien manning bangunan, Aliran tahunan, dan Kapasitas debit penampang.

Tabel 14 : Usulan-usulan Penanganan Genangan/Banjir di Wilayah Jakarta Timur dan Jakarta Selatan.

USULAN I	JML	USULAN II	JML	USULAN III	JML	USULAN IV	JML	USULAN V	JML
Pengurusan saluran secara rutin	46	Pembuatan tanggul	2	Perbesar crossing jalan	1	Normalisasi saluran PHB	1	Pembuatan saringan sampah	1
Normalisasi dinding saluran/PHB	19	Penurapan saluran PHB	20	Perbesar dimensi kali	6	Penurapan dinding kali /saluran	1	Perbaikan disain jembatan	1
Penurapan dinding kali/saluran	12	Pembebasan lahan	7	Perubahan disain jembatan	1	Pengerukan lumpur	4	Pembuatan bak penampungan sampah	1
Perbaikan sistem	7	Penambahan bak kontrol	1	Pembebasan trace	1	Pembuatan sistem drainase secara teknis	1	Pengerukan kali	1
Pelebaran dimensi saluran	5	Penertiban trace kali	3	Penurapan saluran/PHB	5	Perubahan saluran teknis	1	Penurapan saluran	1
Pembuatan saluran baru	5	Perbaikan duiker (diperdalam/dipebesar)	3	Perbaikan konstruksi saluran	3	Pelurusan saluran	1	Belokan jangam tajam	1
Pembuatan sodetan baru	3	Pembuatan saluran baru	3	Perbaikan sistem jaringan	3	Pembuatan tanggul	1	Pembuatan waduk mini	1
Pembuatan waduk mini	2	Pengerukan waduk	1	Pembebasan lahan	3	Pembuatan duiker baru	1	Normalisasi dimensi saluran	1
Pengkajian duiker crossing	2	Pengecekan dasar saluran & slop saluran	2	Penertiban kabel Telkom	1	Peninggian saluran	1	Pengurusan saluran	1
Pembenahan kali menjadi teknis	2	Perbesar dimensi saluran	25	Normalisasi kali	4	Pengurusan Saluran	2	Peninggian jalan	1
Pengerukan kali	1	Normalisasi kali	2	Pengerukan lumpur	2	Perbaikan disain jembatan	2		
Pembongkaran bekas pintu air	1	Pembuatan duiker baru	1	Pengamanan saluran akibat TPS	1	Pelebaran saluran	1		
Pembuatan tanggul	1	Pengurusan saluran	6	Pembuatan pintu air	1	Perubahan dimensi duiker	1		
Peninggian dueker	1	Perubahan sistem	15	Perbesar duiker	3	Penertiban pipa PAM	1		
Perbesar saluran pembuangan	1	Penertiban pembuangan sampah	1	Penurunan saluran	20	Penurunan dasar saluran	2		
Penurunan dasar saluran	1	Penurunan dasar saluran	2	Peninggian tanggul	1				
Pembuatan saluran tertutup	1	Penertiban bangunan diatas saluran	2						
Peninggian jalan	1	Pemasangan pompa	2						
Perawatan saluran secara rutin	1								
Penambahan pompa	1								
Pembuatan/pendang salinen jalan	1								
J U M L A H	114		98		32		9		5

Data informasi penyebab genangan diisi terurut berdasarkan prioritas penyebabnya, yaitu : Banjir alam atau kiriman, Permukaan meluap, Penyempitan, Pembelokan tajam, Pendangkalan, Aliran kurang lancar, Dataran rendah, Longsor, dan Lainnya

Data informasi usulan perbaikan juga diisi terurut berdasarkan prioritas usulannya, misalnya : Normalisasi kali, Pelebaran saluran, Pembebasan lahan, Penambahan tinggi jalan, dan Penurunan. Informasi data debit puncak akan dihitung secara otomatis berdasarkan data-data yang telah dimasukkan sebelumnya. Perhitungan debit puncak dilakukan untuk periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, dan 25 tahun setelah data-data berikut dimasukkan:

- ❑ Luas DAS
- ❑ Koefisien setiap periode ulang
- ❑ Intensitas hujan setiap periode ulang

Kesimpulan analisa dapat diberikan setelah melihat hasil perhitungan debit puncak.

Gambar 8 : Input Pemasukan Data Informasi Genangan.

5.3. Pemetaan Genangan

Pemasukan informasi data genangan dalam basis data di atas perlu dilengkapi dengan data peta bentuk genangan. Proses pemetaan genangan ini dilakukan dengan menggunakan program aplikasi GIS MapInfo. Untuk melengkapi peta genangan tersebut telah disiapkan pula beberapa peta digital pendukung lainnya. Peta-peta digital tersebut dipisah-pisahkan sesuai dengan kegunaannya dalam beberapa layer, yaitu :

- ❑ Layer Batas Administrasi
- ❑ Layer Sungai
- ❑ Layer Jalan
- ❑ Layer Tata Guna Lahan
- ❑ Layer Saluran Penghubung
- ❑ Layer Arah Aliran
- ❑ Layer Genangan

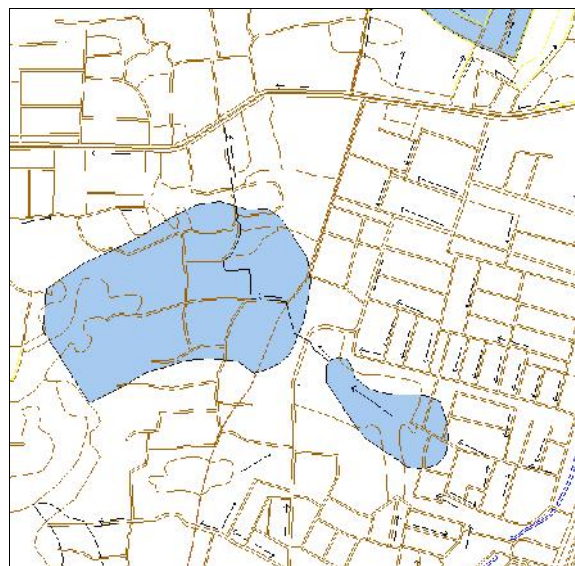
❑ Layer Daerah Pengaliran Sungai

Gambar genangan dalam suatu wilayah digambarkan sesuai bentuknya pada saat menggenangi suatu daerah. Masing-masing genangan tersebut yang telah digambarkan diberikan kode genangan sesuai dengan hasil survai. Kode genangan ini akan menjadi atribut kunci untuk menelusuri informasi detailnya pada basis data. Jadi data peta genangan dan informasi data genangan dalam basis data dapat dihubungkan dengan atribut kunci kode genangan tersebut.

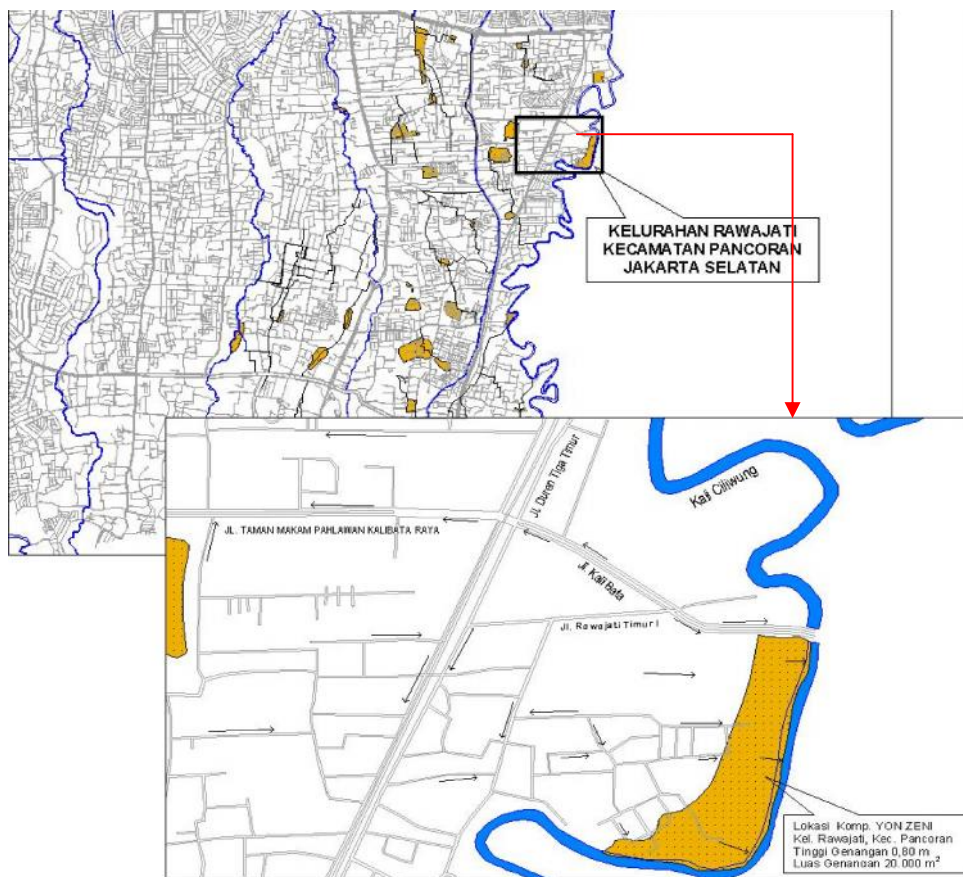
Proses menghubungkan (join) basis data yang terdapat di dalam program aplikasi input data dengan basis data yang digunakan untuk menyimpan informasi peta genangan dilakukan dengan membuat perintah SQL sebagai berikut :

```
select *
from GENANGAN, DRAINASE
where KODE_GENANG=IDGENANG
```

Gambar di bawah ini merupakan hasil pemetaan bentuk genangan di suatu wilayah yang informasi detailnya dapat ditampilkan setelah perintah SQL di atas dijalankan. Dari gambar ini dapat terlihat dengan jelas bagian-bagian jalan yang digenangi oleh air, arah aliran air dan luas genangannya. Sehingga kualitas dan kuantitas genangan yang terjadi di suatu kawasan dapat dimonitoring dan diawasi menggunakan sistem ini. Informasi detail tentang data genangan dapat dilihat dengan menekan tombol mouse tepat di atas genangan yang ingin dianalisa.



Gambar 9 : Ilustrasi Pemetaan Genangan.



Gambar 10 : Peta Genangan di Jakarta Selatan dan Kelurahan Rawajati, Kecamatan Pancoran Yang Sudah Dimasukkan ke Dalam Peta GIS, Serta Gambar Zooming Salah Satu Wilayah Genangan di Kelurahan Rawajati, Kecamatan Pancoran.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem pengelolaan data operasional drainase yang telah dilakukan dalam kegiatan ini memberikan hasil-hasil analisa yang dapat disajikan melalui komputer dalam bentuk grafis. Sehingga sistem pengelolaan datanya dapat dijadikan sebagai sistem penunjang pengambilan keputusan (Decision Support System) yang berbasis sistem informasi geografis (SIG).

Dari hasil analisa pengelolaan data operasional data drainase untuk wilayah Jakarta Timur dan Jakarta Selatan dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu :

- Dihasilkan suatu alat yang dapat digunakan untuk analisa kapasitas saluran disesuaikan dengan debit puncak yang akan mampu dialirkan.
- Banjir yang terjadi pada kedua wilayah survai umumnya berupa genangan yang disebabkan oleh kapasitas saluran yang lebih kecil pada bagian hilir atau daerah rendah, pembelokkan tajam dan pendangkalan saluran/kali.

- Jumlah genangan yang terbanyak di dua wilayah Jakarta Selatan dan Jakarta Timur adalah di Kecamatan Pancoran.
- Peil banjir antara saluran, penghubung dan kali memiliki elevasi yang kecil yang menyebabkan aliran menuju ke kali menjadi kurang lancar.
- Naiknya muka air Sungai Ciliwung, menyebabkan terjadinya aliran balik, sehingga saluran yang masuk ke sungai tersebut terhambat.

Implementasi dari sistem yang telah dikembangkan diharapkan dapat membantu instansi terkait seperti Dinas PU dalam memantau kualitas bangunan air yang berhubungan dengan sistem penataan drainase kota. Sehingga jika data drainase di lapangan tidak sesuai lagi dengan hasil analisa di komputer, maka dapat segera diambil keputusan untuk memperbaiki sistem drainase tersebut.

Selain itu implementasi dari sistem ini diharapkan dapat mengurangi atau mencegah bertambahnya jumlah genangan-genangan yang dapat mengakibatkan bencana banjir, khususnya di DKI Jakarta. Saran-saran yang dapat

diberikan untuk perbaikan sistem pengelolaan data operasional drainase kota ini antara lain :

- ❑ Pengambilan dan pengumpulan data sebaiknya dilakukan lebih teliti dan rinci.
- ❑ Diperlukan data kontur detail dengan interval 25 cm sehingga akan dapat menggambarkan wilayah genangan secara detail.
- ❑ Survei perlu dilakukan rutin setiap tahun untuk memonitoring kondisi drainase di DKI Jakarta.
- ❑ Formulir isian data survei sebaiknya diberikan beberapa pilihan jawaban baku untuk mempermudah pengisian
- ❑ Gambar genangan yang diperoleh dari data survei sebaiknya diberikan nama dan alamat lokasi yang jelas untuk memudahkan proses pembuatan peta digitalnya.
- ❑ Peta digital yang telah dibuat belum di-konversikan ke dalam koordinat geografis yang standar, sehingga perlu dilakukan konversi data.
- ❑ Peta digital untuk layer jalan dan layer sungai perlu dilengkapi untuk jalan-jalan kecil dan kali-kali kecil, sehingga data untuk informasi saluran-saluran micro dapat ditampilkan di dalam peta.
- ❑ Aplikasi yang telah dikembangkan akan lebih baik jika dapat diakses melalui jaringan internet, sehingga masyarakat atau peneliti lingkungan dapat memanfaatkan sistem ini.
- ❑ Untuk mencegah munculnya genangan perlu dilakukan pengurasan atau pengerukan saluran secara rutin, penurapan dinding kali/saluran, pelebaran dimensi saluran dan perbaikan sistem saluran.
- ❑ Kesadaran masyarakat akan bahaya banjir perlu ditingkatkan dengan mensosialisasikan pentingnya normalisasi saluran/kali.

- ❑ Perlu ketegasan pemerintah daerah dalam membenahi pemukiman penduduk di sepanjang bantaran kali.
- ❑ Dibutuhkan suatu tindakan atau usaha yang besar dalam menangani masalah genangan atau banjir, misalnya membangun kanal-kanal banjir.

DAFTAR PUSTAKA

1. D.H. Pilgrim, "Australian Rainfall and Runoff, A Guide to Flood Estimation Volume 1", The Institution of Engineerings, Australia, 1987
2. Jogiyanto HM, "Analisis dan Disain Sistem Informasi Pendekatan Terstruktur", Andi Offset Yogyakarta, Tahun 1989.
3. Walter R. Bruce, III, Dan Madoni, Rich Wolf, "The Visual Guide to Microsoft Access", Ventana Press, 1994
4. Djoko Warsito, 1984, "Studi Air Tanah Jakarta, Vol 4, Topografi dan Geologi Daerah Jakarta-Bogor termasuk Kompilasi data Aliran Permukaan", GHAG-CTA 40, HAG 76, DEG, Bandung.
5. The Institution of Engineers, 1987, "Australian Rainfall and Runoff" A Guide to Flood Estimation, Australia.
6. JICA, 1990, Laporan: "The Studi on Urban Drainage Wastewater Disposal Project in The City of Jakarta", JICA-RI.
7. Prof. Sudjana, 1992, "Metoda Statistik", 5th Edition, Penerbit Tarsito, Bandung.
8. Date, C.J., 1995 "An Introduction to Database Systems", Addison-Wesley Publishing Co.USA.
9. BPS DKI Jakarta, "Hasil SENSUS Penduduk DKI Jakarta Tahun 2000".